

Penentuan Tingkat Kerentanan Banjir Secara Geospasial

Th. Dwiati Wismarini dan Muji Sukur

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank Semarang

Email: theres31372@gmail.com; muji.sukur@gmail.com

Abstrak

Daerah rentan banjir adalah daerah yang mudah atau mempunyai kecenderungan untuk terlanda banjir. Maka kawasan rentan banjir merupakan kawasan yang sering atau berpotensi tinggi mengalami bencana banjir. Daerah atau kawasan tersebut dapat diidentifikasi dengan menggunakan pendekatan geomorfologi khususnya aspek morfogenesis, karena kenampakan seperti teras sungai, tanggul alam, dataran banjir, rawa belakang, kipas aluvial, dan delta yang merupakan bentukan banjir yang berulang-ulang yang merupakan bentuk lahan detil yang mempunyai topografi datar, sesuai karakteristik penyebab banjir.

Sedangkan tingkat kerentanan banjir dapat ditentukan berdasarkan parameter-parameter yang berpengaruh terhadap terjadinya banjir. Dari beberapa penelitian mengenai banjir, telah diketahui bahwa kondisi lahan seperti penutup lahan, topografi, dan geomorfologi juga curah hujan, sebagai salah satu unsur iklim yang utama adalah merupakan faktor-faktor berpengaruh dalam menentukan terjadinya banjir di Indonesia.

Terungkap juga bahwa Sistem Informasi Geografis (SIG) terbukti mampu menyediakan informasi data geospasial untuk setiap objek di permukaan bumi secara cepat. Sekaligus juga mampu menyediakan sistem analisa keruangan yang akurat. Selain itu, siapapun dapat menggunakan informasi tersebut untuk mengantisipasi dampak bencana baik untuk respon darurat, pemulihan pasca bencana, penetapan strategi mitigasi bencana, ataupun perencanaan pembangunan berkelanjutan.

Maka dalam penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan ulasan contoh-contoh parameter, metoda dan tahapan langkah dalam penentuan tingkat kerentanan banjir secara geospasial. Dalam hal ini, parameter rentan banjir yang ditentukan berdasarkan aspek lingkungan, dapat diterapkan untuk data geospasial indikator banjir dan yang nantinya akan dibentuk berupa data yang komprehensif antara data spasial dan atributnya data non spasial. Kemudian penentuan tingkat kerentanan banjir menggunakan metoda Analisis Weighted Scoring dalam perhitungan penentuan tingkatan parameter-parameter rentan banjir dan Analisis Penentuan Tingkat Rentan Banjir, sehingga menghasilkan model klasifikasi tingkat rentan Banjir.

Hasil akhir dari penelitian ini adalah menghasilkan suatu model klasifikasi tingkat rentan banjir yang terlihat implementasinya dalam model data tabel untuk data geospasial tingkat rentan banjir.

Kata Kunci : Sistem Informasi Geografis, tingkat rentan banjir, Weighted Scoring, data indikator banjir, model klasifikasi tingkat rentan banjir, Geospasial

PENDAHULUAN

Daerah rentan banjir adalah daerah yang mudah atau mempunyai kecenderungan untuk terlanda banjir. Daerah tersebut dapat diidentifikasi dengan menggunakan pendekatan geomorfologi khususnya aspek morfogenesis, karena kenampakan seperti teras sungai, tanggul alam, dataran banjir, rawa belakang, kipas aluvial, dan delta yang merupakan bentukan banjir yang berulang-ulang yang merupakan bentuk lahan detil yang mempunyai topografi

datar. Maka kawasan rentan banjir merupakan kawasan yang sering atau berpotensi tinggi mengalami bencana banjir sesuai karakteristik penyebab banjir. (Dibyosaputro, 1984).

Sedangkan tingkat kerentanan banjir dapat ditentukan berdasarkan parameter-parameter yang berpengaruh terhadap terjadinya banjir. Dari beberapa penelitian mengenai banjir, telah diketahui bahwa kondisi lahan seperti penutup lahan, topografi, dan geomorfologi juga curah hujan, sebagai salah satu unsur iklim yang utama

adalah merupakan faktor-faktor berpengaruh dalam menentukan terjadinya banjir di Indonesia. Terungkap dalam sebuah penelitian bahwa berdasarkan fenomena geomorfologi, setiap bentuk lahan bentukan banjir dapat memberikan informasi tentang tingkat kerentanan banjir beserta karakteristiknya (frekuensi, luas dan lama genangan, bahkan mungkin sumber penyebabnya). Maka dapat dikatakan bahwa survey geomorfologi pada dataran aluvial, dataran banjir dan dataran rendah lainnya dapat digunakan untuk memperkirakan sejarah perkembangan daerah tersebut sebagai akibat terjadinya banjir (Oya, 1973 dalam Suprpto, 1988).

Bahkan tulisan Bokunokoto (2015), terungkap bahwa Teknologi penginderaan jauh (remote sensing) dan Sistem Informasi Geografis (GIS) terbukti mampu menyediakan informasi data geospasial untuk setiap objek di permukaan bumi secara cepat. Sekaligus juga mampu menyediakan sistem analisa keruangan yang akurat. Melalui tulisannya, diungkapkan banyak masukan dalam pemetaan rentan bencana dan risiko bencana dengan memanfaatkan teknologi remote sensing dan sistem informasi geografis. Peta rentan bencana dan resiko bencana tersebut diharapkan dapat dijadikan acuan untuk membantu penanganan bencana alam secara cepat sehingga meminimalkan korban dan kerugian harta benda akibat bencana, terutama dalam menentukan atau mengarahkan daerah yang diprioritaskan untuk segera ditangani. Selain itu, siapapun dapat menggunakan informasi tersebut untuk mengantisipasi dampak bencana baik untuk respon darurat, pemulihan pasca bencana, penetapan strategi mitigasi bencana, ataupun perencanaan penggunaan lahan yang komprehensif dan menggabungkannya dengan pembangunan berkelanjutan.

Dari beberapa isu-isu tersebut, maka pelaksanaan penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan ulasan contoh-contoh parameter, metoda dan tahapan langkah dalam penentuan tingkat kerentanan banjir secara geospasial.

RUMUSAN DAN BATASAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang diatas, dalam penelitian ini dirumuskan permasalahan:

- Bagaimana peta digital untuk data geospasial indikator banjir berbantuan tools SIG yang telah dilengkapi data-data kelas pada setiap data indikator banjir dapat digunakan sebagai parameter penentuan tingkat kerentanan banjir berdasarkan tingkat kepentingan dan dominan memiliki faktor pembobot dengan urutan dimulai dari yang terbesar.
- Bagaimana metode dan tahapan langkah penentuan tingkat kerentanan banjir dapat diimplementasikan dengan menggunakan tools SIG sehingga diperoleh model klasifikasi tingkat kerentanan banjir.
- Bagaimana dari model klasifikasi tingkat kerentanan banjir dapat dihasilkan model data tabel atribut data spasial tingkat kerentanan banjir.

Sedangkan batasan masalah dari permasalahan yang dirumuskan adalah:

- Bagaimana parameter rentan banjir yang ditentukan berdasarkan aspek Lingkungan, dapat diterapkan untuk data geospasial indikator banjir dan yang nantinya akan dibentuk berupa data yang komprehensif antara data spasial dan atributnya data non spasial.
- Bagaimana metode penentuan tingkat kerentanan banjir yang digunakan yaitu metoda Analisis Weighted Scoring dapat digunakan dalam perhitungan penentuan tingkatan parameter-parameter rentan banjir dan Analisis Penentuan Tingkat Rentan Banjir yang menghasilkan model klasifikasi tingkat rentan Banjir.
- Hasil akhir penelitian adalah menghasilkan model klasifikasi tingkat rentan banjir yang terlihat dalam model data tabel untuk data geospasial tingkat rentan banjir.

TUJUAN PENELITIAN

Bertitik tolak dari permasalahan yang telah diuraikan dalam latar belakang, maka penelitian ini adalah bertujuan untuk:

- Menghasilkan bobot dan skor untuk tiap-tiap kriteria pada parameter-parameter indikator kerentanan banjir berdasarkan tingkat kepentingan dan dominan memiliki faktor

pembobot dengan urutan dimulai dari yang terbesar.

- b. Menghasilkan model klasifikasi tingkat kerentanan banjir.
- c. Menghasilkan model data tabel atribut data spasial tingkat kerentanan banjir.

MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

- a. Dapat memberikan wacana tentang pengimplementasian analisis Pembobotan dan Scoring, dengan menggunakan Metode Weighted Scoring, untuk menghasilkan nilai bobot dan skor tiap-tiap kriteria pada masing-masing parameter indikator kerentanan banjir berdasarkan tingkat kepentingan dan dominan memiliki faktor pembobotan dari yang terbesar.
- a. Dapat memberikan wacana tentang perhitungan matematis dalam menentukan klasifikasi tingkat kerentanan banjir secara kuantitatif.
- b. Dapat memberikan informasi tentang tingkat kerentanan banjir baik berupa model klasifikasi tingkat kerentanan banjir maupun model data tabel atribut data spasial tingkat kerentanan banjir.
- c. Hasil akhir penelitian ini diharapkan juga dapat bermanfaat untuk digunakan dalam penelitian selanjutnya sebagai pengembangannya yaitu dipakai sebagai dasar pembangunan dan pembentukan peta tematik tingkat kerentanan banjir.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang berkenaan dengan topik seputar analisis Spasial di bidang Sistem Informasi Geografis, yang menggunakan berbagai metoda dalam rangka penyelesaian masalah yang berkaitan dengan bencana banjir telah banyak dilakukan, yang dalam hal ini dikarenakan penelitian yang berkaitan dengan hal tersebut telah banyak dibutuhkan di dunia nyata. Sehingga untuk hal inilah penelitian-penelitian sebelumnya yang berasal dari penelitian orang lain telah menginspirasi penelitian ini dalam hal

memberikan ide yang sejenis ataupun untuk melanjutkan penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan penulis.

Adapun penelitian-penelitian yang dilakukan para peneliti yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan penulis untuk saat ini dan yang dapat menginspirasi penulis seperti berikut ini.

Pertama, Penelitian mengenai Analisis Daerah Rawan Longsor Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis Pada Cagar Alam Pegunungan Cycloop Distrik Sentani Kabupaten Jayapura. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui serta menentukan lokasi daerah rawan longsor di Kawasan Cagar Alam Cycloop Kabupaten Jayapura dan hasil analisis dari penelitian adalah Tingkat kerawanan sedang (skor 147-192) mendominasi kawasan ini dengan luasan mencapai 1491 Ha atau 59,23% dari seluruh wilayah Cagar Alam Pegunungan Cycloop Distrik Sentani dan sekitarnya. Kemudian diikuti tingkat rawan (skor 193-238) seluas 462,5 Ha atau 18,37%, tingkat tidak rawan (skor 55-100) seluas 361,1 Ha atau 14,35%, tingkat kerawanan rendah (skor 101-146) seluas 136 Ha atau 5,4 %, dan tingkat sangat rawan (skor 239-285) seluas 66,6 Ha atau 2,65% luas wilayah Distrik Sentani. Adapun hasil analisis tingkat kerawanan longsor di daerah penelitian ini dipengaruhi oleh faktor kelerengan lahan, penutupan lahan, jenis tanah serta dipicu oleh tingginya intensitas curah hujan. (Anggara A. S., 2011).

Kedua, penelitian yang berkaitan dengan tanah longsor yang sering terjadi di Sub DAS Konto Hulu. Dalam penelitian tersebut, untuk mengantisipasi terjadinya tanah longsor di masa mendatang, dibuat peta kerentanan tanah longsor yang menunjukkan daerah berpotensi longsor. Delapan peta tematik sebagai parameter formula kerentanan tanah longsor dipergunakan untuk mengembangkan sebuah peta kerentanan tanah longsor yang meliputi hujan tiga harian kumulatif maksimum, kemiringan lereng, geologi batuan, keberadaan patahan, kedalaman tanah regolit, penggunaan lahan, keberadaan infrastruktur jalan, dan kepadatan penduduk. Penentuan nilai kerentanan merupakan hasil penjumlahan dari

perkalian skor tiap parameter dengan bobot masing-masing parameter. Berdasarkan nilai kerentanan, peta kerentanan tanah longsor dihasilkan dari analisa *overlay* hasil perkalian skor dan bobot kedelapan parameter dengan program Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil penelitian ini adalah potensi tanah longsor di Sub DAS Konto Hulu terdiri dari tidak rentan sebesar 1,24%, agak rentan sebesar 12,12%, sedang sebesar 84,17%, dan rentan sebesar 2,38%, sedangkan yang sangat rentan ada tapi sangat kecil. Upaya pengendalian tanah longsor dibedakan menjadi penanganan jangka pendek dengan metode mekanis sesuai dengan tingkat kerentanannya dan penanganan jangka panjang dengan metode vegetatif sesuai dengan fungsi kawasan dan tingkat kerentanannya. (Darmawan, dkk., 2014)

Begitu juga dengan Penelitian tentang Metode Perkiraan Laju Aliran Puncak (Debit Air) sebagai Dasar Analisis Sistem Drainase di Daerah Aliran Sungai Wilayah Semarang Berbantuan SIG. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju aliran puncak pada Sistem Drainase dengan dilakukannya perhitungan debit air. Adapun metode yang digunakan adalah metode Rasional, dimana metode ini umum dipakai karena sangat simpel dan mudah penggunaannya, namun penggunaannya terbatas untuk DAS-DAS dengan ukuran kecil, yaitu kurang dari 300 ha. Analisis intensitas seragam dan merata di seluruh DAS selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi (tc) DAS. Beberapa metode untuk memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir), lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data. Data yang digunakan sebagai indikator menentukan wilayah yang berpotensi rawan banjir berdasarkan indikator antara lain Debit Air DAS, Curah Hujan, Topografi dan penggunaan lahan. Sedangkan analisa pada sistem drainase untuk menentukan wilayah yang berpotensi banjirnya dengan memanfaatkan aplikasi Sistem Informasi Geografi. (Wismarini Th.D., Ningsih D.H.U., 2011).

TELAAH PUSTAKA

1. Bencana Alam (Natural Disaster)

Bencana Alam (Natural Disaster) secara definitif adalah interaksi dari bahaya alam (*natural hazard*) yang secara umum terjadi dari kejadian alam yang tiba-tiba (tak terduga), dalam keadaan rentan (*Vulnerable Conditions*) dan mengakibatkan kerusakan/kerugian terhadap manusia dan lingkungannya. (Masri and Tipple., 2002). Adapun bahaya alam dapat berupa banjir, gempa bumi, letusan gunung berapi, tsunami dan lain sebagainya. Seperti yang diungkapkan dalam ADPC (2006) bahwa secara umum bahaya dapat diklasifikasikan menjadi:

- Alam (Natural Hazards), berupa banjir, gempa bumi, letusan gunung berapi, tsunami, dll.
- Biologis (Biological Hazard), berupa wabah penyakit dan gangguan pada makhluk hidup.
- Teknologi (Technological Hazards), berupa kecelakaan industri, kecelakaan transportasi, kecelakaan kimia dan nuklir dll.
- Sosial (Societal Hazards), berupa kerusuhan massa dll.

Sedangkan kerentanan suatu wilayah dipengaruhi oleh kondisi fisik/lingkungan, sosial ekonomi, politik, kelembagaan serta tindakan-tindakan yang tidak memperhatikan prinsip keberlanjutan pada wilayah tersebut.

2. Kerentanan (Vulnerability)

a. Definisi Kerentanan

Kerentanan (Vulnerability) didefinisikan sebagai kondisi karakteristik geografis, sosial, ekonomi, politik, budaya, biologis dan teknologi suatu masyarakat di suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu, dan yang dapat mengurangi kemampuan dari masyarakat untuk mencegah, meredam dan mencapai kesiapan ataupun untuk menanggapi dampak bahaya tertentu. (Cannon, T., 1994).

b. Klasifikasi Faktor Kerentanan

Menurut Davidson (1997) dalam modifikasinya menyatakan bahwa faktor

kerentanan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- 1) Kerentanan fisik/infrastruktur, yang menggambarkan tingkat kerusakan yang timbul saat terjadi bencana.
- 2) Kerentanan sosial kependudukan, yang menunjukkan perkiraan besaran keselamatan jiwa/kesehatan penduduk bila bencana terjadi.
- 3) Kerentanan ekonomi, yang menggambarkan besarnya gangguan serta kerugian terhadap aktivitas ekonomi komunitas sehari-hari apabila terjadi bencana.

c. Indikator Kerentanan

Dalam pernyataan Anderson (2004), apabila diinginkan untuk mengontrol dan mengurangi kerusakan akibat bencana, maka diperlukan identifikasi dan menilai kerentanan di berbagai tempat dan waktu, agar dapat mendesain strategi yang efektif untuk mengurangi dampak negatif dari bencana. Dalam hal ini diperlukan analisis terhadap kerentanan bencana. Maka, untuk itu perlulah diketahui terlebih dahulu indikator-indikator untuk mengkaji kerentanan. Adapun indikator-indikator tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk indikator dari kerentanan fisik (infrastruktur) dapat dilihat antara lain dari:
 - a) Persentase kawasan terbangun
 - b) Kepadatan bangunan
 - c) Persentase bangunan bertingkat
 - d) Jaringan listrik
 - e) Jaringan PDAM
 - f) Rasio panjang jalan
- 2) Indikator dari kerentanan sosial dan kependudukan meliputi:
 - a) Kepadatan penduduk
 - b) Laju pertumbuhan penduduk
 - c) Persentase penduduk usia tua-balita
 - d) Persentase penduduk wanita

- 3) Beberapa indikator dari kerentanan ekonomi diantaranya adalah:

- a) Persentase rumah tangga yang bekerja di sektor rentan (sector yang rawan terhadap pemutusan hubungan kerja).
- b) Persentase rumah tangga miskin

3. Banjir

a. Definisi Banjir

Banjir didefinisikan sebagai suatu kondisi yang mana air dalam saluran pembuang (kali) tidak dapat tertampung atau terjadinya hambatan pada aliran air di dalam saluran pembuangan. Dalam hal ini, banjir adalah peristiwa alam yang dapat menimbulkan baik kerugian harta benda penduduk maupun korban jiwa. Maka, banjir dapat pula dikatakan sebagai kejadian luapan air yang diakibatkan bila penampang saluran yang kurang kapasitasnya. (Suripin, 2004).

b. Parameter Penentu Banjir

Parameter yang secara signifikan berpengaruh pada terjadinya banjir adalah sebagai berikut:

1) Curah Hujan

Curah hujan merupakan data yang paling fundamental dalam perhitungan debit banjir rencana (design flood). Analisis data hujan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan dan analisis statistik yang diperhitungkan dalam perhitungan debit banjir rencana. Data curah hujan yang dipakai untuk perhitungan debit banjir adalah hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai pada waktu yang sama. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan area dan dinyatakan dalam mm (Sosrodarsono, 2003). Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat/titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan area

yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam dan atau di sekitar kawasan tersebut. Curah hujan area ini harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Sedangkan data hujan yang terpilih setiap tahun merupakan hujan maksimum harian DAS untuk tahun yang bersangkutan (Suripin, 2004).

Maka dalam menentukan debit banjir rencana (design flood), diperlukanlah harga suatu intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau (Loebis, 1987).

Sedangkan untuk menghitung intensitas curah hujan, dapat digunakan beberapa macam metode, antara lain metode Dr.Mononobe, metode Talbot dan metode Tadashi Tanimoto. Metode Dr.Mononobe, digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan apabila yang tersedia adalah data curah hujan harian. (Loebis, 1987). Sedangkan metode Talbot, digunakan apabila data curah hujan yang tersedia adalah data curah hujan jangka pendek. (Loebis, 1987). Kemudian untuk Metode Tadashi Tanimoto, mengembangkan distribusi hujan jam-jaman yang dapat digunakan di Pulau Jawa. (Triatmodjo dan Bambang, 2008)

2) Tata Guna Lahan

(Platt, 2004) Tata guna lahan (*land use*) merupakan suatu upaya dalam merencanakan penggunaan lahan dalam suatu kawasan yang meliputi pembagian wilayah untuk pengkhususan fungsi-fungsi tertentu, misalnya fungsi pemukiman, perdagangan, industri, dll. Rencana tata guna lahan merupakan kerangka kerja yang menetapkan keputusan-keputusan terkait tentang lokasi, kapasitas dan jadwal pembuatan jalan, saluran air bersih dan air limbah, gedung sekolah, pusat kesehatan, taman dan pusat-pusat pelayanan serta fasilitas umum lainnya.

Sehingga dalam hal ini tata guna lahan dapat didefinisikan sebagai lahan yang dimanfaatkan oleh manusia. Penggunaan lahan biasanya sebagai taman, kehutanan, sarana peternakan, dan lahan pertanian (Weng, 2010).

3) Infiltrasi Tanah dan Struktur Tanah

Infiltrasi tanah adalah perjalanan air ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler dan grafitasi. Proses terjadinya infiltrasi melibatkan beberapa proses yang saling berhubungan yaitu proses masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah, tertampungnya air hujan tersebut ke dalam tanah dan proses mengalirnya air tersebut ke tempat lain yang dipengaruhi oleh tekstur, struktur, kelembaban, organism, kedalaman dan vegetasi (Asdak. 2004).

Tekstur tanah turut menentukan tata air dalam tanah berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah serta merupakan satu-satunya sifat fisik tanah yang tetap dan tidak mudah diubah oleh tangan manusia jika tidak ditambah dari tempat lain. Besarnya laju infiltrasi tanah pada lahan tak bervegetasi tidak akan pernah melebihi laju intensitas hujan, sedangkan pada kawasan lahan bervegetasi, besarnya laju infiltrasi tidak akan pernah melebihi laju intensitas curah hujan efektif (Asdak, 2004).

4) Kemiringan Lereng

Faktor panjang lereng merupakan perbandingan tanah yang tererosi pada suatu panjang lereng terhadap tanah tererosi pada panjang lereng 22,1 m, sedangkan faktor kemiringan lereng adalah perbandingan tanah yang tererosi pada suatu kemiringan lahan terhadap tanah yang tererosi pada kemiringan lahan 9% untuk kondisi permukaan lahan yang sama (Suripin, 2004). Kemiringan lereng mempengaruhi jumlah dan kecepatan limpasan permukaan, drainase permukaan, penggunaan lahan dan erosi. Diasumsikan semakin landai kemiringan lerengnya, maka aliran limpasan permukaan akan menjadi lambat dan kemungkinan terjadinya genangan atau banjir menjadi besar, sedangkan semakin curam kemiringan lereng akan menyebabkan aliran limpasan permukaan menjadi cepat sehingga air hujan yang jatuh akan langsung dialirkan dan tidak menggenangi daerah tersebut, sehingga resiko banjir menjadi kecil (Pratomo A.J., 2008). Semakin landai daerah maka tingkat kerawanan banjir tinggi begitu pula sebaliknya (Adisasmita dan Raharjo, 2008).

4. Weighted Scoring (Pengharkatan dan Pembobotan) dalam Perhitungan Tingkat Rentan Banjir

Metode *Weighted Scoring* biasa digunakan untuk mengkuantifikasi variabel yang nilainya kualitatif (bukan berasal dari pengukuran). Jenis datanya bersifat ordinal, dimana nilai tertentu dapat dikatakan lebih tinggi dari pada nilai yang lain tetapi tidak dapat diketahui dengan pasti seberapa besar bedanya. Dalam metode ini, total skor pada tiap komoditi didapatkan dengan cara mengalikan nilai/skor pada tiap komoditi yang bersangkutan dengan nilai bobot tertentu pada tiap kriteria (dengan bobot tiap kriteria bisa berbeda), baru kemudian menjumlahkan nilai perkalian skor dan bobot tersebut.

Metode *Weighted Scoring* dipergunakan bilamana ada kriteria penilai alternatif yang dapat dianggap lebih penting dari yang lain (baik satu kriteria maupun beberapa kriteria).

Penentuan bobot kriteria pada metode *Weighted Scoring* pada perhitungan tingkat rentan banjir adalah berdasarkan tingkat kepentingan dalam penilaian serta kondisi parameter indikator banjir dan parameter yang dominan memiliki faktor pembobot paling besar. Sedangkan pemberian skor dilakukan berdasarkan tingkat pengaruh parameter tersebut terhadap potensi terjadinya rentan banjir. Tujuannya adalah untuk menyusun urutan tingkat kerentanan banjir. (Hajar, 2006).

Adapun menurut Nanik dkk. (2008) perhitungan tingkat rentan banjir menggunakan metoda *Weighted Scoring* tersebut adalah berdasarkan formula berikut ini :

$$\text{Rentan banjir} = a \cdot NV(Lu) + b \cdot NV(Tp) + c \cdot NV(So) + d \cdot NV(Ro) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- a, b, c, d = Bobot masing-masing variabel indikator banjir
- NV = Nilai variabel indikator banjir
- Lu = Indikator Penutup / penggunaan Lahan
- Tp = Indikator Kemiringan Lereng

So = Indikator Jenis Tanah

Ro = Indikator Jenis batuan/geologi

5. Penentuan Klasifikasi Tingkat kerentanan banjir

(Kingma, 1991) Klasifikasi kerentanan banjir bertujuan untuk membedakan kelas kerentanan banjir antara yang satu dengan yang lain berdasarkan interval kelas. Rumus yang digunakan untuk membuat kelas interval adalah:

$$Ki = \frac{Xt - Xr}{k} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan ;

Ki : Kelas Interval

Xt : Data Tertinggi

Xr : Data Terendah

k : Jumlah Kelas yang diinginkan

Adapun tahapan pelaksanaan pembuatan kelas interval pada rumus 3.2. adalah sama dengan membuat daftar distribusi frekuensi (Kusrini, 2004) yang dilakukan sebagai berikut:

- Tentukan jangkauan, ialah data terbesar/tertinggi (Xt) dikurangi data terkecil/terendah (Xr). Jika data terbesar = 99 dan data terkecil = 35, maka jangkauan = 99 - 35 = 64.
- Tentukan banyak kelas interval yang diperlukan (k). Cara yang cukup bagus untuk n berukuran besar n = 200 misalnya, dapat menggunakan aturan Sturges, yaitu: banyak kelas = $1 + (3,3) \log n$, dengan n menyatakan banyak data dan hasil akhir dijadikan bilangan bulat.
- Tentukan panjang kelas interval (Ki). Harga (Ki) diambil sesuai dengan ketelitian satuan data yang digunakan. Jika data berbentuk satuan, ambil harga (Ki) teliti sampai satuan. Untuk data hingga satu desimal, (Ki) ini juga diambil hingga satu desimal, dan begitu seterusnya. Jika dalam hal ini dicontohkan banyak kelas yang akan diambil 7, maka akan didapat : $Ki = 64 / 7 = 9,14$.

Dari sini bisa kita ambil Ki = 9 atau Ki = 10

- a. Pilih ujung bawah kelas interval pertama. Untuk ini bisa diambil sama dengan data terkecil atau nilai data yang lebih kecil dari data terkecil tetapi selisihnya harus kurang dari panjang kelas yang telah ditentukan. Selanjutnya daftar diselesaikan dengan menggunakan harga-harga yang telah dihitung.
- b. Bila dengan $K_i = 10$ dan dimulai dengan data yang lebih kecil dari data terkecil, diambil 31, maka kelas pertama berbentuk 31 - 40, kelas kedua 41 - 50, kelas ketiga 51 - 60 dan seterusnya.
- c. Sebelum daftar sebenarnya dituliskan, ada baiknya dibuat daftar penolong yang berisikan kolom tabulasi. Kolom ini merupakan kumpulan deretan garis-garis miring pendek, yang banyaknya sesuai dengan banyak data yang terdapat dalam kelas interval yang bersangkutan. Misal dengan mengambil banyak kelas (k) = 7, panjang kelas (K_i) = 10 dan dimulai dengan ujung bawah kelas pertama sama dengan 31, maka bila terdapat data-data contoh seperti nilai matematika untuk 80 orang siswa berikut ini:

79 49 48 74 81 98 87 80
 80 84 90 70 91 93 82 78
 70 71 92 38 56 81 74 73
 68 72 85 51 65 93 83 86
 90 35 83 73 74 43 86 88
 92 93 76 71 90 72 67 75
 80 91 61 72 97 91 88 81
 70 74 99 95 80 59 71 77
 63 60 83 82 60 67 89 63
 76 63 88 70 66 88 79 75

Maka akan diperoleh tabel penolong seperti yang terlihat dalam Gambar 1.

TABEL IV

NILAI UJIAN	TABULASI	FREKUENSI
31 - 40	//	2
41 - 50	///	3
51 - 60	###	5
61 - 70	### ## //	14
71 - 80	### ## ## ## ///	24
81 - 90	### ## ## ##	20
91 - 100	### ## //	12

Gambar 1. Gambar tabel IV : tabel penolong
 (sumber : Kusri, 2004)

6. Definisi Sistem Informasi Geografi

Dangermond (1992) mendefinisikan SIG sebagai kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi dan personil yang didisain untuk memperoleh, menyimpan, memperbaiki, memanipulasi, menganalisis dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografi. Sedangkan menurut Aronoff, (1989) SIG adalah serangkaian prosedur baik dengan komputer maupun manual yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi data bereferensi geografis atau data geospasial

7. Definisi Data Spasial

Data Spasial adalah elemen-elemen yang bisa disimpan dalam bentuk peta/ruang. Elemen-elemen ini dikumpulkan menjadi lokasi yang dikenali secara unik pada permukaan bumi. Data spatial juga digambarkan sebagai beberapa data menyangkut fenomena dengan daerah yang tersebar dalam dua atau lebih dimensi. (Pouquet and Marble, 1990.)

8. Basis Data Spasial

a. Pengertian Basis Data Spasial

Basis Data Spasial merupakan basis data pada umumnya, namun yang menawarkan tipe data spasial (spatial data type) pada model datanya dan bahasa permintaan. Sedangkan dalam implementasinya tipe data spasial ini menyediakan setidaknya pengindeksan spasial dan algoritma yang efisien untuk penggabungan spasial. Dalam Basis Data Spasial disediakan teknologi basis data yang dapat menggabungkan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan aplikasi lainnya. Adapun aplikasi basis data

spasial yang dapat membawa perkembangan lebih lanjut adalah Sistem Informasi Geografis. (SIG) (Gunting, 1994,p1).

b. Keuntungan Penggunaan Basis Data Spasial

Keuntungan dari menggunakan Basis Data Spasial adalah sebagai berikut :

- 1) Dapat menangani data spasial dengan handal
- 2) Tidak diperlukan aplikasi SIG yang harus dibuat tersendiri, karena dalam SIG sudah mampu menanganinya seperti contohnya ArcView.
- 3) Dapat dipergunakan oleh Sistem Informasi Geografis.
- 4) Memiliki indeks, misal R-Tree.
- 5) Memiliki kemampuan perhitungan, misal jarak antar titik.
- 6) Memiliki fungsi matematik, misal fungsi irisan.
- 7) Memiliki fungsi pengamatan, contohnya adalah mengembalikan lokasi dari suatu titik.

9. Konsep Data Geospasial (Geografis)

Data geospasial mempunyai komponen spasial dan tematik. Secara konsep, data geografis dapat dibedakan menjadi 2 elemen yaitu observation/entity dan attribute/variable. Sistem Informasi Geografis dapat mengatur keduanya.

Observation mempunyai dua aspek dalam lokalisasinya yaitu lokalisasi berdasarkan sistem koordinat dan hubungan topoloikal yang menunjuk ke observation lain. Contohnya : The Departement of Geomatics berlokasi di posisi X dan Y tertentu atau The Departement of Geomatics terletak diantara Grattan Street dan Old Engineerin Building. SI berkemampuan mengatur kedua-duanya, sementara computer assisted cartography (komputer pembantu perpeetaan) hanya dapat mengatur salah satunya.

METODE PENELITIAN

1. Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini yaitu Area banjir di wilayah kota Semarang.

2. Perencanaan Kebutuhan Data Penelitian

Kebutuhan Data SIG yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data-data yang telah ditentukan sebagai indikator banjir yaitu :

- a. Data Curah Hujan untuk tiap-tiap kecamatan di kota Semarang yang telah terklasifikasi
- b. Data Struktur Tanah pada tiap-tiap kecamatan di kota Semarang yang telah terklasifikasi
- c. Data Kemiringan Lereng pada tiap-tiap kecamatan di kota Semarang yang telah terklasifikasi
- d. Data Tata Guna Lahan yang terdapat pada tiap-tiap kecamatan di kota Semarang telah terklasifikasi

3. Rencana Pengumpulan Data Penelitian

- a. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan metoda dokumentasi data hasil pengolahan data-data geospasial penelitian sebelumnya.

- b. Pengumpulan Data Spasial dan data non spasial

Data-data spasial yang diperlukan dan direncanakan untuk dikumpulkan adalah:

- 1) Data digital Intensitas Curah Hujan per kecamatan yang telah terklasifikasi beserta data atributnya dalam bentuk model data relasional.
- 2) Data digital Kemiringan Lereng per kecamatan yang telah terklasifikasi beserta data atributnya dalam bentuk model data relasional.
- 3) Data digital Struktur Tanah per kecamatan yang telah terklasifikasi beserta data atributnya dalam bentuk model data relasional.
- 4) Data digital Tata Guna Lahan per kecamatan yang telah terklasifikasi beserta data atributnya dalam bentuk model data relasional.

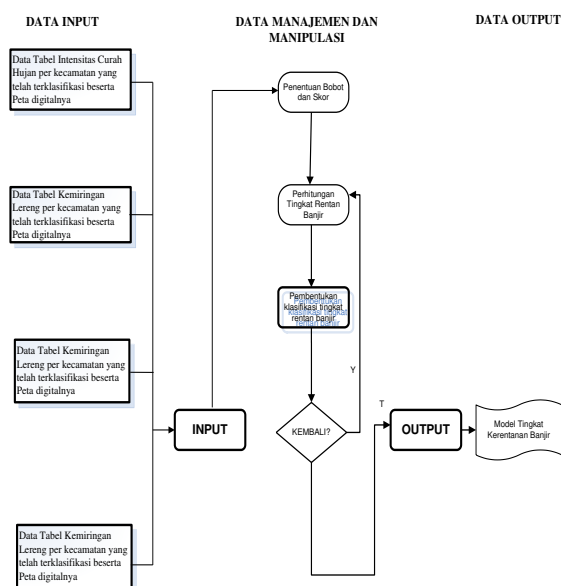
4. Analisis Manfaat dan Sasaran Data Penelitian

Data SIG yang dipergunakan dalam penelitian ini akan dimanfaatkan sebagai data input, yang kemudian akan dilakukan pengolahan data spasial dalam rangka perhitungan penentuan tingkat rentan banjir dengan menggunakan metoda weighted scoring. Data SIG yang merupakan data indikator banjir akan diberikan bobot berdasarkan tingkat kepentingan dalam penilaian juga berdasarkan kondisi parameter indikator banjir. Data SIG yang merupakan parameter indikator banjir yang dominan akan memiliki bobot tertinggi. Sedangkan skor akan diberikan untuk masing-masing parameter data indikator banjir, berdasarkan tingkatan pengaruh parameter tersebut terhadap potensi rentan banjir. Hal ini bertujuan untuk menyusun urutan tingkat rentan banjir.

Berdasarkan uraian analisis manfaat tersebut, maka Sasaran dari data SIG pada penelitian ini adalah mempersiapkan data SIG tersebut untuk mendukung proses perhitungan menentukan tingkat rentan banjir berdasarkan metoda weighted scoring.

5. Gambaran Subsistem SIG

Gambaran subsistem SIG pada penelitian ini adalah seperti yang terlihat dalam diagram pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Subsistem SIG Penentuan Tingkat Rentan Banjir

6. Metoda Penentuan Tingkat Rentan Banjir

Metoda Penentuan Tingkat Rentan Banjir dalam penelitian ini meliputi tahapan langkah sebagai berikut :

- Penentuan Bobot untuk masing-masing data indikator banjir
- Penentuan Skor pada parameter data indikator banjir untuk urutan tingkatan pengaruh parameter pada tiap data indikator banjir terhadap potensi rentan banjir
- Perhitungan penentuan Kerentanan Banjir
- Pembentukan Model Tingkat Rentan Banjir.
- Pengimplementasian Model Tingkat Rentan Banjir pada Data model Data Tabel Relasional.

Adapun penjabaran tiap-tiap langkah dari lima (5) tahapan langkah pada metoda penentuan tingkat rentan banjir tersebut akan dijabarkan sebagai berikut.

a. Tahap Penentuan Bobot Untuk Masing-masing Data Indikator Banjir

Tahap penentuan bobot untuk masing-masing data indikator banjir ini dimanfaatkan untuk memberikan penilaian terhadap masing-masing data indikator banjir, yang dalam hal ini : data curah hujan, data kemiringan lereng, data struktur tanah dan data penggunaan lahan; berdasarkan tingkatan kepentingan data dan kondisi data sebagai faktor penentu banjir. Dalam hal ini data yang dominan sebagai parameter faktor penentu banjir akan memiliki bobot tertinggi.

b. Tahap Penentuan Skor Pada Parameter Data Indikator Banjir

Tahap dalam menentukan Skor pada parameter indikator banjir adalah memberikan skor pada tiap-tiap kelas parameter indikator banjir berdasarkan tingkatan pengaruh parameter terhadap potensi terjadinya rentan banjir.

c. Tahap Perhitungan Penentuan Kerentanan Banjir

Tahap perhitungan penentuan Kerentanan Banjir pada penelitian ini mengacu pada rumus atau formula seperti yang telah tertera pada point

(1). Sedangkan tahapan langkah untuk mengimplementasikan-nya terdiri dari :

1. Mengalikan antara bobot dan skor dari tiap-tiap kelas parameter indikator banjir.
2. Mengelompokkan variabel/parameter indikator banjir berdasarkan skor yang sama, kemudian mentotalkan / menjumlahkan hasil perkalian bobot dan skor pada setiap kelompok skor.

d. Tahap Pembentukan Model Tingkat Rentan Banjir

Tahap Pembentukan Model Tingkat Rentan Banjir terbagi dalam beberapa prosedur atau langkah yang terdiri dari :

1. Penentuan jumlah dan tingkatan rentan banjir
2. Pembuatan Interval Kelas, yang dalam penelitian ini menggunakan rumus Kingma point (2).
3. Pembuatan klasifikasi Tingkat Rentan Banjir yang memungkinkan untuk pembentukan model tingkat rentan banjir.

e. Tahap Pengimplementasian Model Tingkat Rentan Banjir pada Data Model Data Tabel Relasional.

Pada tahap pengimplementasian Model Tingkat Rentan Banjir pada data SIG model Data Tabel Relasional, dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menambahkan dua (2) buah field pada masing-masing tabel atribut data indikator banjir dan mengisi value nilai seperti berikut : yang pertama mengisi untuk value skor sesuai dengan nilai kelas masing-masing tingkatan data indikator banjir, kedua mengisi hasil perkalian bobot dan nilai klasifikasi masing-masing atribut layer untuk data curah hujan, kemiringan lereng, penggunaan lahan dan struktur tanah.
2. Melakukan overlay layer-layer pembentuk peta Tingkat Rentan Banjir yaitu untuk layer data curah hujan, kemiringan lereng, penggunaan lahan dan struktur tanah.

3. Menambahkan dua buah field baru dan juga mengedit field-field baru pada tabel data atribut layer peta tingkat rentan banjir untuk hal-hal seperti : pertama mengisi value nilai total skor pada masing-masing kelompok skor dan value nilai keterangan jenis klas tingkat rentan banjir serta kedua untuk memilih field-field yang benar-benar diperlukan pada tabel data atribut peta tingkat rentan banjir yang telah terbentuk baru.

4. Membuat pemodelan spasial baru untuk view atau representasi peta digital tingkat rentan banjir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

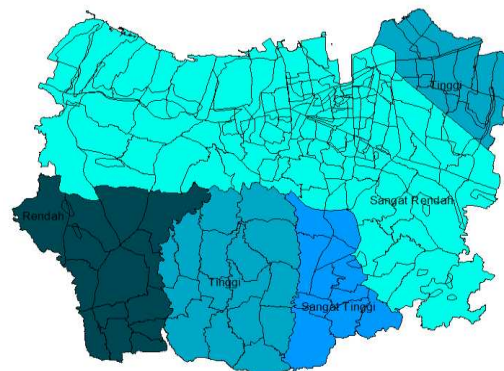
Hasil dari penelitian ini akan dijabarkan masing-masing menyesuaikan implementasi tahapan langkah pada metode yang telah dijabarkan melalui Metode Penelitian. Adapun dapat dijelaskan di sini bahwa data-data yang diperoleh akan menjadi dasar untuk proses pengolahan data selanjutnya.

1. Hasil Perolehan Data

Adapun data-data yang telah diperoleh pada penelitian ini adalah data-data hasil olahan penelitian pendahulunya, hal ini dimaksudkan bahwa data-data tersebut bukanlah benar-benar data mentah, melainkan telah melalui proses pengolahan sekaligus telah diubah dalam bentuk data-data digital dan menjadi satu kesatuan data geospasial, yang mana integrasi antara data spasial (peta digital) dengan atributnya berbentuk data tabular.

Data-data tersebut adalah sebagai berikut :

- A. Data Intensitas Curah Hujan per Kecamatan terklasifikasi





Gambar 3. Peta Digital Intensitas Curah Hujan per Kecamatan terklasifikasi

Data digital Intensitas Curah Hujan per Kecamatan terklasifikasi beserta atributnya ini terlihat dalam Gambar 3 dan 4.

Pada Gambar 3 yaitu Peta digital untuk Intensitas curah hujan per kecamatan di kota Semarang terklasifikasi menunjukkan value tingkat curah hujan di kota Semarang yang terdiri dari klas sangat rendah, rendah, tinggi dan sangat tinggi.

Shape	Kecamatan	Luas Ha	Kecamatan	Id. klas	Rata-rata	Tingkat, sh	Tinggi, sh
Polygon	Wonopulungan	801.99	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Wonopulungan	801.99	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Pesantren	554.22	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Ngadigro	460.88	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Ngadigro	460.88	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Ngadigro	460.88	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Wonolopo	353.80	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Wonolopo	353.80	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Jati Barang	289.35	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Mijen	684.76	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Jatisari	304.76	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Purwasari	338.72	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Tambangan	156.70	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Cangkikan	240.17	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Bubakan	269.03	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Polaman	143.23	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Karang Malang	150.66	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Kedung Pane	635.84	Mijen	1	79	57 - 113 mm/bulan	Rendah
Polygon	Sukorejo	485.25	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Sadeng	435.86	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Kandi	437.16	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Sekaran	583.66	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Pongangan	387.37	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Kali Segoro	336.92	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Jatirejo	226.75	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Ngijo	316.04	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Patemon	362.04	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Nongko Sawit	238.30	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Cepoko	267.84	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Mangunsari	340.82	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Pakintelan	366.83	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Plalangan	402.49	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Kandi	372.07	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Gunungpati	599.49	Gunung Pati	2	212	170 - 225 mm/bulan	Tinggi
Polygon	Manglang Kulon	544.22	Tugu	15	35	456 mm/bulan	Sangat Rendah

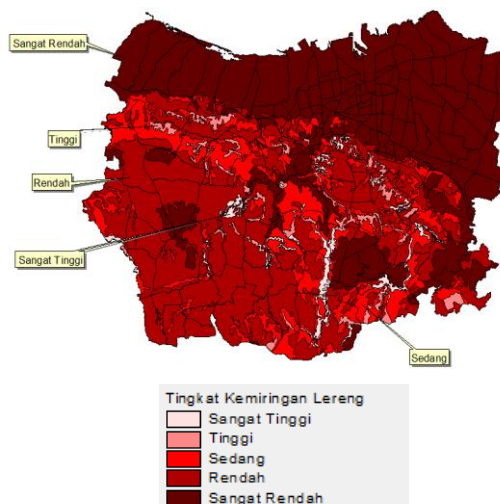
Gambar 4. Data Tabular Intensitas Curah Hujan per Kecamatan terklasifikasi

Gambar 4 yang merupakan Data Tabular Intensitas Curah Hujan per Kecamatan terklasifikasi adalah atribut dari data peta digital Intensitas Curah Hujan per Kecamatan terklasifikasi pada gambar 3.

B. Data Kemiringan Lereng per Kecamatan terklasifikasi

Data Kemiringan Lereng per Kecamatan per Kecamatan terklasifikasi beserta atributnya diperlihatkan pada gambar 5 dan 6.

Pada Gambar 5 Data Peta Digital Kemiringan Lereng per Kecamatan terklasifikasi ditunjukkan bahwa value tingkat kemiringan lereng di Semarang terbagi dalam Klas Sangat Tinggi, Tinggi, Sedang, Rendah dan Sangat Rendah. Sedangkan data atribut dari data peta digital pada gambar 5 tersebut diperlihatkan pada gambar 6.



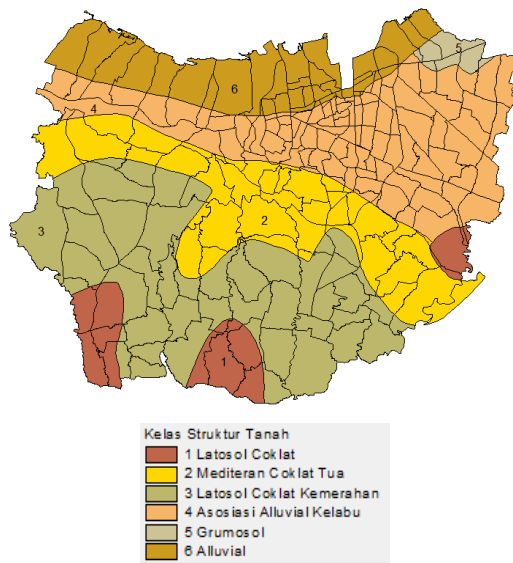
Gambar 5. Data Peta Digital Kemiringan Lereng per Kecamatan Terklasifikasi

Klasifikasi	Kecamatan	Luas, Ha	Kecamatan	Id. klas	Rata-rata	Tinggi, sh	Tinggi, sh
Polygon	Wonopulungan	801.99	Mijen	1	25-40%	0.40	Tinggi
Polygon	Wonopulungan	801.99	Mijen	1	15-25%	0.25	Sedang
Polygon	Wonopulungan	801.99	Mijen	1	1-15%	0.15	Rendah
Polygon	Pesantren	554.22	Mijen	1	2-40%	0.50	Sangat Tinggi
Polygon	Ngadigro	460.88	Mijen	1	0-2%	0.02	Sangat Rendah
Polygon	Ngadigro	460.88	Mijen	1	2-15%	0.15	Rendah
Polygon	Ngadigro	460.88	Mijen	1	15-25%	0.25	Sedang
Polygon	Wonolopo	353.80	Mijen	1	0-2%	0.02	Sangat Rendah
Polygon	Wonolopo	353.80	Mijen	1	2-15%	0.15	Rendah
Polygon	Jati Barang	289.35	Mijen	1	15-25%	0.25	Sedang
Polygon	Jati Barang	289.35	Mijen	1	0-2%	0.02	Sangat Rendah
Polygon	Jati Barang	289.35	Mijen	1	2-15%	0.15	Rendah
Polygon	Mijen	684.76	Mijen	1	1-40%	0.50	Sangat Tinggi
Polygon	Mijen	684.76	Mijen	1	15-25%	0.25	Sedang
Polygon	Jatisari	304.76	Mijen	1	0-2%	0.02	Sangat Rendah
Polygon	Jatisari	304.76	Mijen	1	2-15%	0.15	Rendah
Polygon	Purwasari	338.72	Mijen	1	15-25%	0.25	Sedang
Polygon	Purwasari	338.72	Mijen	1	2-15%	0.15	Rendah
Polygon	Tambangan	156.70	Mijen	1	1-40%	0.50	Sangat Tinggi
Polygon	Tambangan	156.70	Mijen	1	15-25%	0.25	Sedang
Polygon	Cangkikan	240.17	Mijen	1	2-15%	0.15	Rendah
Polygon	Bubakan	269.03	Mijen	1	15-25%	0.25	Sedang
Polygon	Polaman	143.23	Mijen	1	15-25%	0.25	Sedang
Polygon	Polaman	143.23	Mijen	1	2-15%	0.15	Rendah
Polygon	Karang Malang	150.66	Mijen	1	2-15%	0.15	Rendah
Polygon	Kedung Pane	635.84	Mijen	1	25-40%	0.40	Tinggi

Gambar 6. Data Tabular Kemiringan Lereng per Kecamatan Terklasifikasi

C. Data Struktur Tanah per Kecamatan Terklasifikasi

Data Struktur Tanah per Kecamatan Terklasifikasi beserta atributnya diperlihatkan pada gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Data Peta Digital Struktur Tanah per Kecamatan Terklasifikasi

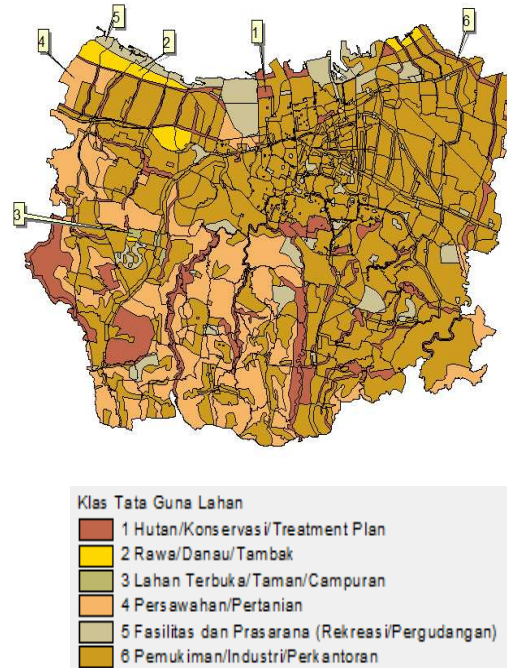
Shape	Kecamatan	Luas_ha	Kecamatan	Id_kec	Jns_tanah	Kelas
Polygon	Wonorejo	801.99	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Pesantren	554.22	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Ngadigo	460.88	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Wonorejo	353.80	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Wonorejo	353.80	Mijen	1	Latosol Coklat	1
Polygon	Jati Barang	289.35	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Mijen	684.76	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Mijen	684.76	Mijen	1	Latosol Coklat	1
Polygon	Jatitaji	304.76	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Jatitaji	304.76	Mijen	1	Latosol Coklat	1
Polygon	Puwosari	338.72	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Tambangan	156.70	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Tambangan	156.70	Mijen	1	Latosol Coklat	1
Polygon	Cangshan	240.17	Mijen	1	Latosol Coklat	1
Polygon	Bubakan	269.03	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Bubakan	269.03	Mijen	1	Latosol Coklat	1
Polygon	Polaman	143.23	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Karang Malang	150.56	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Kedung Pane	636.84	Mijen	1	Mediteran Coklat Tua	2
Polygon	Kedung Pane	636.84	Mijen	1	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Sukorejo	495.25	Gunung Pati	2	Mediteran Coklat Tua	2
Polygon	Sadeng	435.86	Gunung Pati	2	Mediteran Coklat Tua	2
Polygon	Sadeng	435.86	Gunung Pati	2	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Kandi	437.16	Gunung Pati	2	Mediteran Coklat Tua	2
Polygon	Kandi	437.16	Gunung Pati	2	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Sekaran	583.66	Gunung Pati	2	Mediteran Coklat Tua	2
Polygon	Sekaran	583.66	Gunung Pati	2	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Pongangan	387.37	Gunung Pati	2	Mediteran Coklat Tua	2
Polygon	Pongangan	387.37	Gunung Pati	2	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Kali Segoro	326.92	Gunung Pati	2	Mediteran Coklat Tua	2
Polygon	Kali Segoro	326.92	Gunung Pati	2	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Jatirejo	226.75	Gunung Pati	2	Mediteran Coklat Tua	2
Polygon	Jatirejo	226.75	Gunung Pati	2	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Nggo	316.04	Gunung Pati	2	Latosol Coklat Kemerahan	3
Polygon	Nggo	316.04	Gunung Pati	2	Latosol Coklat	1

Gambar 8. Data Tabular Struktur Tanah per Kecamatan Terklasifikasi

Pada gambar 7 ditunjukkan bahwa Data Struktur Tanah per Kecamatan Terklasifikasi memiliki klasifikasi 6 kelas yaitu 1 Latosol Coklat, 2 Mediteran Coklat Tua, 3 Latosol Coklat Kemerahan, 4 Asosiasi Aluvial Kelabu, 5 Grumosol, 6 Aluvial. Sedangkan untuk Data Tabular Struktur Tanah pada per Kecamatan Terklasifikasi sebagai atributnya diperlihatkan pada gambar 8.

D. Data Tata Guna Lahan per Kecamatan Terklasifikasi

Data Tata Guna Lahan per Kecamatan Terklasifikasi beserta atributnya diperlihatkan pada gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Data Peta Digital Tata Guna Lahan per Kecamatan Terklasifikasi

Pada gambar 9 ditunjukkan bahwa Peta Digital Tata Guna Lahan per Kecamatan Terklasifikasi memiliki kelas yang terdiri dari : 1 Hutan/Konservasi/Treatment Plan, 2 Rawa/Danau/Tambak, 3 Lahan Terbuka/Taman/Campuran, 4 Persawahan/Pertanian, 5 Fasilitas dan Prasarana (Rekreasi/Pergudangan), 6 Pemukiman/Industri/Perkantoran.

Sedangkan untuk Data Tabular Struktur Tanah pada per Kecamatan Terklasifikasi sebagai atributnya diperlihatkan pada gambar 10.

Attributes of Unitg1_hec2.shp					
Shape	Kelurahan	Luas, ha	Kecamatan	Kd. Desa	Kebangsaan
Polygon	Wonoplumbon	801.99	Mijen	1	PEMUKIMAN
Polygon	Wonoplumbon	801.99	Mijen	1	KONSERVASI
Polygon	Wonoplumbon	801.99	Mijen	1	HUTAN
Polygon	Wonoplumbon	801.99	Mijen	1	PERTANIAN
Polygon	Wonoplumbon	801.99	Mijen	1	PERTANIAN
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	CAMPURAN
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	PEMUKIMAN
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	PERTANIAN LAHAN KERING
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	KONSERVASI
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	TAMAN
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	PEMUKIMAN
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	TAMAN
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	DANAU
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	CAMPURAN
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	REKREASI
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	CAMPURAN
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	INDUSTRI
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	PERDAGANGAN DAN JASA
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	PEMUKIMAN
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	TAMAN
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	PEMUKIMAN
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	PEMUKIMAN
Polygon	Pesanten	554.22	Mijen	1	CAMPURAN
Polygon	Ngadigo	460.88	Mijen	1	PEMUKIMAN
Polygon	Ngadigo	460.88	Mijen	1	PERTANIAN
Polygon	Ngadigo	460.88	Mijen	1	REKREASI
Polygon	Ngadigo	460.88	Mijen	1	PERTANIAN
Polygon	Ngadigo	460.88	Mijen	1	PERDAGANGAN DAN JASA
Polygon	Ngadigo	460.88	Mijen	1	HUTAN
Polygon	Ngadigo	460.88	Mijen	1	PERTANIAN
Polygon	Ngadigo	460.88	Mijen	1	PEMUKIMAN
Polygon	Wonolopo	353.80	Mijen	1	PEMUKIMAN
Polygon	Wonolopo	353.80	Mijen	1	HUTAN
Polygon	Wonolopo	353.80	Mijen	1	PERTANIAN
Polygon	Wonolopo	353.80	Mijen	1	PERTANIAN

Gambar 10. Data Tabular Tata Guna Lahan per Kecamatan Terklasifikasi

5.2. Hasil Tahap Penentuan Bobot Untuk Masing-masing Data Indikator Banjir

Masing-masing Data Indikator Banjir seperti data curah hujan, data kemiringan lereng, data struktur tanah dan data penggunaan lahan, dalam penentuan bobot berdasarkan tingkatan kepentingan data dan kondisi data sebagai faktor penentu banjir, telah dilakukan penilaian terhadap masing-masing data indikator banjir tersebut, yang dalam hal ini data yang dominan sebagai parameter faktor penentu banjir akan memiliki bobot tertinggi. Sehingga berdasarkan penilaian, maka hasil penentuan bobot beserta penilaian data indikator banjir dijabarkan sebagai berikut :

- A. Bobot 4 (tertinggi) adalah Intensitas Curah Hujan, karena intensitas curah hujan memegang peranan paling penting (terpenting) selain ketiga indikator lainnya. Semakin tinggi curah hujan yang terjadi maka semakin besar kemungkinan terjadinya banjir.
- B. Bobot 3 diberikan untuk parameter penutup lahan. Karena parameter penutup lahan juga memegang peranan penting setelah parameter curah hujan. Dengan adanya perubahan penutup lahan yang arahnya bukan merupakan lahan terbuka atau lahan hijau seperti penggunaan lahan untuk perkantoran, pemukiman dan industri yang

sulit ditemui pepohonan atau tumbuh-tumbuhan, akan semakin membuat daerah tersebut rawan terdapat genangan banjir karena sedikit terdapat penyerapan air, sehingga dalam hal merupakan faktor yang sangat rentan banjir.

- C. Struktur tanah (geologi) berbobot 2 karena parameter struktur tanah (geologi) ini adalah faktor yang cukup penting peranannya dalam mempengaruhi suatu daerah apakah berpeluang rentan banjir ataupun tidak. Karena semakin nilai variabel Struktur tanah tersebut tinggi yaitu pada jenis tanah Aluvial, maka daerah dengan jenis tanah tersebut merupakan daerah yang rawan terhadap genangan banjir dan rentan banjir.
- D. Kemiringan Lereng berbobot paling kecil yaitu 1 karena parameter ini punya pengaruh kecil sebagai penyebab suatu daerah menjadi rawan banjir atau tidak. Kemiringan lereng yang sangat rendah (landai) menyebabkan daerah tersebut rawan dan rentan terhadap banjir.

5.3. Hasil Tahap Penentuan Skor Pada Parameter Data Indikator Banjir

Tahap menentukan Skor pada parameter indikator banjir adalah pemberian skor pada tiap-tiap kelas data indikator banjir berdasarkan tingkatan pengaruh parameter terhadap potensi terjadinya rentan banjir. Adapun dalam penelitian ini, dikarenakan data dasar yang diperoleh merupakan data indikator yang terklasifikasi dan klasifikasi pada data tersebut menunjukkan tingkatan pengaruh parameter data indikator banjir terhadap potensi terjadinya rentan banjir, yang dalam hal ini berarti juga sama artinya telah menentukan skor pada tiap-tiap data indikator banjir tersebut, maka hasil yang dapat diperoleh pada tahap penentuan skor pada parameter banjir tentang data yang diperoleh yaitu data indikator banjir terklasifikasi dan secara lebih jelas dapat dilihat dalam gambar tabel yang diperlihatkan dalam gambar 11.

TABEL SKOR PARAMETER INDIKATOR BANJIR

No.	Variabel Indikator Banjir	Kelas Variabel Indikator Banjir	Skor
1	Intensitas Curah Hujan (Iklim)	Sangat Rendah (< 56 mm/bulan)	1
		Rendah (57 – 113 mm/bulan)	2
		Sedang (114 – 169 mm/bulan)	3
		Tinggi (170-225 mm/bulan)	4
		Sangat Tinggi (> 226 mm/bulan)	5
2	Penutup Lahan	Hutan/Konservasi	1
		Rawan/Danau/Tambak	2
		Lahan Terbuka	3
		Persawahan/pertanian	4
		Fasilitas&Prasarana	5
		Permukiman/Industri/Perkantoran	6
3	Struktur Tanah (Geologi)	Geosol dan Latosol coklat	1
		Mediteran Coklat tua	2
		Latosol coklat tua kemerahan	3
		Asosiasi Aluvial Kelabu	4
		Grumosol	5
		Aluvial	6
4	Relief/ Kemiringan Lereng	Sangat Tinggi (> 40%)	1
		Tinggi (25% - 40%)	2
		Sedang (15% - 25%)	3
		Rendah (2% - 15%)	4
		Sangat Rendah (0% - 2%)	5

Gambar 11. Tabel Skor Parameter Indikator Banjir

Melalui gambar 11 tersebut dapatlah dijelaskan bahwa nilai skor untuk masing-masing variabel atau data indikator banjir menyesuaikan klasifikasi kelas dari variabel atau data indikator banjir tersebut. Yaitu misal untuk data intensitas curah hujan, memiliki klasifikasi tingkatan pengaruh parameter tersebut terhadap potensi terjadinya rentan banjir mulai dari yang terendah hingga yang tertinggi yaitu : Sangat Rendah (<56 mm/bulan) mendapat skor 1, Rendah (57 – 113 mm/bulan) mendapat skor 2, Sedang (114 – 169 mm/bulan) mendapat skor 3, Tinggi (170 – 225 mm/bulan) mendapat skor 4, Sangat Tinggi (>226 mm/bulan) mendapat skor 5. Berikutnya untuk data Penutup Lahan yang memiliki klasifikasi tingkatan pengaruh parameter terhadap potensi rentan banjir dari yang terendah hingga tertinggi adalah : Hutan/Konservasi mendapat skor 1, Rawa/Danau/Tambak mendapat skor 2, Lahan Terbuka mendapat skor 3, Persawahan/Pertanian mendapat skor 4, Fasilitas dan Prasarana mendapat skor 5, Permukiman/Industri/Perkantoran mendapat skor 6. Selanjutnya untuk data Struktur Tanah (Geologi) yang memiliki klasifikasi tingkat pengaruh terhadap potensi rentan banjir mulai dari yang terendah hingga tertinggi adalah : Geosol dan Latosol Coklat mendapat skor 1, Mediteran Coklat Tua mendapat skor 2, Latosol Coklat Tua Kemerahan mendapat skor 3, Asosiasi Aluvial Kelabu mendapat skor 4, Grumosol mendapat skor 5 dan Aluvial mendapat skor 6. Terakhir untuk data Relief/Kemiringan Lereng yang memiliki klasifikasi tingkat

pengaruh terhadap potensi rentan banjir mulai dari yang terendah hingga tertinggi adalah : Sangat Tinggi (>40%) mendapat skor 1, Tinggi (25% - 40%) mendapat skor 2, Sedang (15% - 25%) mendapat skor 3, Rendah (2% - 15%) mendapat skor 4, Sangat Rendah (0% - 2%) mendapat skor 5.

5.4. Tahap Perhitungan Penentuan Kerentanan Banjir

Hasil dari tahap perhitungan penentuan kerentanan banjir pada data-data indikator banjir dapatlah dijabarkan sebagai berikut :

1. Untuk hasil dari mengalikan antara bobot dan skor dari tiap-tiap kelas parameter indikator banjir akan diperlihatkan dalam gambar tabel 12.
2. Hasil dari mengelompokkan variabel/parameter indikator banjir berdasarkan skor yang sama, berikut mentotalkan / menjumlahkan hasil perkalian bobot dan skor pada setiap kelompok skor diperlihatkan dalam gambar tabel 13.

Adapun pada gambar 12. berikut dapat dijelaskan bahwa hasil perkalian bobot dan skor untuk masing-masing variabel atau data indikator banjir meliputi : data intensitas curah hujan yang memiliki klasifikasi : Sangat Rendah (<56 mm/bulan) menghasilkan total 4, Rendah (57 – 113 mm/bulan) menghasilkan total skor+bobot 8, Sedang (114 – 169 mm/bulan) menghasilkan total skor+bobot 12, Tinggi (170 – 225 mm/bulan) menghasilkan total skor+bobot 16, Sangat Tinggi (>226 mm/bulan) menghasilkan skor+bobot 20. Berikutnya untuk data Penutup Lahan berdasarkan klasifikasi yaitu : Hutan/Konservasi menghasilkan total skor+bobot 3, Rawa/Danau/Tambak menghasilkan total skor+bobot 6, Lahan Terbuka menghasilkan total skor+bobot 9, Persawahan/Pertanian menghasilkan total 12, Fasilitas dan Prasarana menghasilkan total 15, Permukiman/Industri/Perkantoran menghasilkan total skor+bobot 18. Selanjutnya untuk data Struktur Tanah (Geologi) menurut klasifikasinya : Geosol dan Latosol Coklat menghasilkan total 2, Mediteran Coklat Tua menghasilkan total 4, Latosol Coklat Tua Kemerahan menghasilkan total 6, Asosiasi Aluvial Kelabu menghasilkan total 8, Grumosol

menghasilkan total 10 dan Aluvial menghasilkan total 12. Terakhir untuk data Relief/Kemiringan Lereng yang memiliki klasifikasi tingkat pengaruh terhadap potensi rentan banjir mulai dari yang terendah hingga tertinggi adalah : Sangat Tinggi (>40%) menghasilkan total 1, Tinggi (25% - 40%) menghasilkan total 2, Sedang (15% - 25%) menghasilkan total 3, Rendah (2% - 15%) menghasilkan total 4, Sangat Rendah (0% - 2%) menghasilkan total 5.

No.	Variabel Indikator Banjir	Kelas Variabel Indikator Banjir	Skor	Bobot	Bobot x Skor
1	Intensitas Curah Hujan (Iklim)	Sangat Rendah (< 56 mm/bulan)	1	4	4
		Rendah (57 – 113 mm/bulan)	2	8	12
		Sedang (114 – 169 mm/bulan)	3	12	16
		Tinggi (170-225 mm/bulan)	4	16	20
2	Penutup Lahan	Sangat Tinggi (> 226 mm/bulan)	5	3	15
		Hutan/Konservasi	1	3	3
		Rawa/Danau/Tambak	2	6	6
		Lahan Terbuka	3	9	9
		Persawahan/pertanian	4	12	12
		Fasilitas&Prasarana	5	15	15
3	Struktur Tanah (Geologi)	Permukiman/Industri/Perkantoran	6	18	18
		Gerosol dan Latosol coklat	1	2	2
		Mediteran coklat tua	2	4	4
		Latosol coklat tua kemerahan	3	6	6
		Asosiasi Aluvial Kelabu	4	8	8
		Grumosol	5	10	10
		Aluvial	6	12	12
4	Relief/ Kemiringan Lereng	Sangat Tinggi (> 40%)	1	1	1
		Tinggi (25% - 40%)	2	2	2
		Sedang (15% - 25%)	3	3	3
		Rendah (2% - 15%)	4	4	4
		Sangat Rendah (0% - 2%)	5	5	5

Gambar 12. Tabel Perkalian Bobot Skor Data Indikator Banjir

Sedangkan dalam gambar 13. menunjukkan bahwa hasil Total dari perkalian bobot dan Skor berdasarkan kelompok Skor yang sama dari keempat (4) Variabel parameter indikator banjir yang terdiri dari data Intensitas curah hujan, data Penutup Lahan, data Struktur Tanah (Geologi) dan data Relief/Kemiringan Lereng adalah sebagai berikut : Untuk kelompok skor 1 terdiri dari Intensitas curah hujan Sangat Rendah (56 mm/bulan), penutup lahan hutan/konservasi, Struktur Tanah (Geologi) Gerosol dan Latosol Coklat dan Kemiringan Lereng Sangat Tinggi (>40%) memiliki total nilai Skor 10. Kemudian untuk kelompok skor 2 yang beranggotakan Intensitas curah hujan Rendah (57 – 113 mm/bulan), Penutup lahan Rawa/Danau/Tambak, Struktur tanah (geologi) Mediteran coklat tua, dan kemiringan lereng tinggi (25% - 40%) menghasilkan total skor 20. Selanjutnya untuk kelompok skor 3 meliputi intensitas curah hujan sedang (114 – 169 mm/bulan), penutup lahan lahan terbuka, struktur tanah (geologi) latosol coklat tua kemerahan dan kemiringan lereng sedang (15% - 25%) mendapatkan hasil total skor 30. Berikutnya untuk kelompok skor 4 yang terdiri dari intensitas curah hujan tinggi (170 – 225 mm/bulan), penutup lahan

persawahan/pertanian, struktur tanah (geologi) asosiasi aluvial kelabu, kemiringan lereng rendah (2% - 15%) mempunyai hasil total skor 40. Sedang untuk kelompok skor 5 yang terdiri dari intensitas curah hujan sangat tinggi (>226 mm/bulan), penutup lahan fasilitas dan prasarana, struktur tanah (geologi) grumosol, kemiringan lereng sangat rendah (0% - 2%) menghasilkan nilai total skor 50. Sedangkan terakhir untuk kelompok skor 6 yang terdiri dari penutup lahan permukiman/industri/perkantoran, struktur tanah (geologi) aluvial menghasilkan total skor 30.

No	Variabel Indikator Banjir	Pengelompokan Nilai Variabel Banjir	Skor dan Total Skor
1	Intensitas Curah Hujan	1 = Sangat Rendah (< 56 mm/bulan)	4
	Penutup Lahan	1 = Hutan/Konservasi	3
	Struktur Tanah (Geologi)	1 = Gerosol dan Latosol coklat	2
	Kemiringan Lereng	1 = Sangat Tinggi (> 40%)	1
			Σ 10
2	Intensitas Curah Hujan	2 = Rendah (57 – 113 mm/bulan)	8
	Penutup Lahan	2 = Rawa/Danau/Tambak	6
	Struktur Tanah (Geologi)	2 = Mediteran coklat tua	4
	Kemiringan Lereng	2 = Tinggi (25% - 40%)	2
			Σ 20
3	Intensitas Curah Hujan	3 = Sedang (114 – 169 mm/bulan)	12
	Penutup Lahan	3 = Lahan Terbuka	9
	Struktur Tanah (Geologi)	3 = Latosol coklat tua kemerahan	6
	Kemiringan Lereng	3 = Sedang (15% - 25%)	3
			Σ 30
4	Intensitas Curah Hujan	4 = Tinggi (170-225 mm/bulan)	16
	Penutup Lahan	4 = Persawahan/pertanian	12
	Struktur Tanah (Geologi)	4 = Asosiasi Aluvial Kelabu	8
	Kemiringan Lereng	4 = Rendah (2% - 15%)	4
			Σ 40
5	Intensitas Curah Hujan	5 = Sangat Tinggi (> 226 mm/bulan)	20
	Penutup Lahan	5 = Fasilitas&Prasarana	15
	Struktur Tanah (Geologi)	5 = Grumosol	10
	Kemiringan Lereng	5 = Sangat Rendah (0% - 2%)	5
			Σ 50
6	Penutup Lahan	6 = Permukiman/Industri/Perkantoran	18
	Struktur Tanah (Geologi)	6 = Aluvial	12
			Σ 30

Gambar 13. Tabel Total Skor menurut Kelompok Skor yang Sama

5.5. Hasil Tahap Pembentukan Model Tingkat Rentan Banjir

Hasil yang dapat ditunjukkan untuk Tahap Pembentukan Model Tingkat Rentan Banjir, yang prosedur dan tahapan langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Untuk penentuan jumlah tingkatan rentan banjir dalam penelitian ini telah menghasilkan 4 buah klasifikasi tingkatan rentan banjir yaitu : Sangat Rentan, Rentan, Kurang Rentan dan Tidak Rentan.
2. Untuk Pembuatan Interval kelas dalam penelitian ini, dan point rumus (2) yaitu menggunakan rumus Kingma menghasilkan value nilai interval kelas : 10. Nilai ini mengartikan bahwa dalam setiap tingkatan rentan banjir, akan memiliki anggota nilai interval yang rentangnya adalah 10, yang secara lebih jelas akan diperlihatkan pada hasil point 3. Adapun untuk mendapatkan nilai interval kelas 10 dapat dijelaskan seperti berikut ini yaitu : Total Skor yang diperoleh

dan ditunjukkan dalam gambar 13, dipilih untuk nilai total Skor tertinggi dan terendah. Sehingga dalam hal ini, terpilih nilai total skor tertinggi : 50 dan nilai total skor terendah : 10. Maka dengan rumus Kingma bahwa nilai X_t menjadi 50, X_r menjadi 10 dan k yaitu seperti yang telah tersebut pada point 1 bahwa jumlah tingkatan adalah 4 buah, sehingga k dalam hal ini menjadi 4, nilai K_i (nilai interval kelas) dalam penelitian ini menghasilkan nilai 10.

3. Klasifikasi Tingkat Rentan Banjir yang memungkinkan dalam penelitian ini telah menghasilkan model tingkat rentan banjir yang dapat diperlihatkan dalam gambar 5.8. yang dapat dijelaskan seperti berikut ini : Untuk klasifikasi pertama yaitu Sangat Rentan di mana pada klasifikasi ini bencana banjir mempunyai dampak terbesar pada kehidupan masyarakat, mempunyai value nilai antara nilai total skor diatas 40. Kemudian klasifikasi kedua adalah Rentan, yang mana pada klasifikasi ini bencana banjir akan berdampak cukup besar pada kehidupan bermasyarakat. Klasifikasi kedua ini mempunyai nilai total skor antara 31 hingga 40. Selanjutnya klasifikasi ketiga adalah Kurang Rentan yang mengidentifikasi bencana banjir tidak/kurang berdampak pada kehidupan bermasyarakat. Interval kelas untuk kelompok klasifikasi ketiga ini antara nilai 21-30. Klasifikasi terakhir atau klasifikasi keempat adalah Kurang Rentan yang mendeskripsikan gambaran tidak pernah mengalami banjir dan tidak mengakibatkan bencana, yang mana mempunyai nilai interval antara nilai kurang dari sama dengan 20.

No.	Kelas Kerentanan Banjir	Kelas Klasifikasi	Keterangan
1	Sangat Rentan	> 40	Bencana Banjir yang mempunyai dampak terbesar pada kehidupan masyarakat
2	Rentan	31- 40	Bencana Banjir yang berdampak cukup besar pada kehidupan masyarakat
3	Kurang Rentan	21- 30	Banjir yang tidak membawa dampak pada kehidupan bermasyarakat
4	Tidak Rentan	<= 20	Tidak pernah mengalami Banjir juga tidak mengakibatkan bencana

Gambar 14. Tabel Model Tingkat Rentan Banjir

5.6. Hasil Pengimplementasian Model Tingkat Rentan Banjir pada Data model Data Tabel Relasional.

Perlu diinformasikan bahwa dalam melakukan pengimplementasian model tingkat rentan banjir pada data model data tabel Relasional, hasil yang diperoleh di sini tidak dapat kami sajikan secara nyata, dikarenakan proses mengimplementasikan model tingkat rentan banjir pada data model data tabel relasional membutuhkan serangkaian proses yang dalam hal ini kami selaku peneliti akan menyajikannya dalam sebuah penelitian tersendiri, sebagai kelanjutan dari penelitian yang sekarang.

Namun dalam hal ini, peneliti telah menguraikan secara garis besar langkah pengimplementasian tersebut. Sedangkan hasil yang dapat peneliti sampaikan hanyalah gambaran sekilas dari hasil pengimplementasian model tingkat rentan banjir pada data model data Tabel Relasional tersebut yaitu bahwa setelah melalui rangkaian proses yang disebut dengan pemodelan spasial kerentanan banjir, maka hasil yang dapat ditunjukkan melalui data model data Tabel Relasional adalah tentang tabel desainer atribut peta rentan banjir yang terbentuk dari pemodelan spasial kerentanan banjir tersebut.

Name	Type	Width	Decimal	Index	NULL
klas	Character	20			
luas_ha	Numeric	11	2		
l_pddk_l	Numeric	9	0		
luas_m2	Numeric	16	2		
nmklas_l	Character	16			
jns_tanah	Character	13			
tingkat_ch	Character	19			
tkchujan	Character	16			
klsc	Numeric	6	0		
bobot4	Numeric	9	0		
klsl	Numeric	3	0		
bobot3	Numeric	7	0		
klsg	Numeric	1	0		
bobot2	Numeric	3	0		
klst	Numeric	3	0		
bobot1	Numeric	0	10		
totbot	Numeric	4	0		
tkrentan	Character	16			

Gambar 15. Tabel Designer Atribut Peta Rentan Banjir

Adapun melalui gambar 15 tersebut dapat diperlihatkan bahwa model data Tabel Relasional sebagai hasil pengimplementasian model tingkat rentan banjir ini merupakan data tabel atribut dari data spasial peta rentan banjir, yang dalam hal ini yang berkaitan dengan model tingkat rentan banjir adalah muncul dan diciptakannya field-field data dalam file data tabel atribut data spasial peta rentan banjir yaitu field klsc, klsl klsg, klst yang berisikan value nilai skor dari masing-masing data indikator banjir. Untuk klsc adalah value nilai skor untuk masing-masing klas tingkatan data intensitas curah hujan, untuk klsl adalah berisi value nilai skor untuk masing-masing klas tingkatan data relief/kemiringan lereng, klsg berisikan value nilai skor untuk masing-masing klas tingkatan data struktur tanah/geologi, sedang klst berisikan value nilai skor untuk masing-masing klas tingkatan data tata guna lahan. Selanjutnya field bobot1, bobot2, bobot3, bobot4 merupakan field-field yang berisi tentang value nilai hasil perkalian bobot dan skor dari masing-masing data indikator banjir tersebut. Terdapat juga field tambahan yaitu Tbot/Tbobot yang berisikan value nilai dari total atau jumlah dari skor pada masing-masing kelompok skor yang sama. Disamping itu terdapat lagi field tkrentan yang akan berisikan value nilai masing-masing sebutan untuk kelas rentan banjir yang sesuai dengan nilai skornya masing-masing, seperti yang terdeskripsikan pada model tingkat rentan banjir pada gambar 14.

Sedangkan dari tabel desainer atribut peta rentan banjir pada gambar 15, apabila telah melalui serangkaian proses pemodelan spasial rentan banjir akan menghasilkan sebuah tabel data atribut peta rentan banjir, seperti yang dapat ditunjukkan melalui gambar 16 berikut.

Attribute of tbltkrentanbanjir.dbf																		
Polygon	klas	luas_ha	l_pddk_l	luas_m2	nmklas_l	jns_tanah	tingkat_ch	tkchujan	klsc	bobot4	klsl	bobot3	klsg	bobot2	klst	bobot1	totbot	tkrentan
Polygon_00	00	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_01	01	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_02	02	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_03	03	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_04	04	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_05	05	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_06	06	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_07	07	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_08	08	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_09	09	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_10	10	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_11	11	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_12	12	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_13	13	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_14	14	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_15	15	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_16	16	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_17	17	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_18	18	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_19	19	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_20	20	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_21	21	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_22	22	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_23	23	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_24	24	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_25	25	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_26	26	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_27	27	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_28	28	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_29	29	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_30	30	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_31	31	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_32	32	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_33	33	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_34	34	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_35	35	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_36	36	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_37	37	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_38	38	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_39	39	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_40	40	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_41	41	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_42	42	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_43	43	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_44	44	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_45	45	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_46	46	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_47	47	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_48	48	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_49	49	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_50	50	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_51	51	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_52	52	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_53	53	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_54	54	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_55	55	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_56	56	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_57	57	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_58	58	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_59	59	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_60	60	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_61	61	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_62	62	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_63	63	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_64	64	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_65	65	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_66	66	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_67	67	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_68	68	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_69	69	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_70	70	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_71	71	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_72	72	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_73	73	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_74	74	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_75	75	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_76	76	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_77	77	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_78	78	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_79	79	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_80	80	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_81	81	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_82	82	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_83	83	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_84	84	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_85	85	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_86	86	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_87	87	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0.00	1	4	6	10	4	8	5	5	35	Rentan
Polygon_88	88	3.6	14.2	1.0	0.02	5	Garapan	0										

1. Berdasarkan hasil penentuan tingkat rentan banjir pada penelitian ini, perlulah dilanjutkan untuk membuat pemodelan spasial berdasarkan model tingkat rentan banjir pada penelitian ini.
2. Metode Weighted Scoring yang diterapkan dalam penentuan tingkat rentan banjir pada penelitian ini dapat juga diterapkan dalam penelitian-penelitian lainnya untuk kasus yang serupa maupun bisa dieksplorasi untuk penelitian-penelitian yang sangat berbeda dari kasus pada penelitian sekarang.
3. Perlu juga dilakukan penelitian lain untuk penentuan tingkat rentan banjir dengan menggunakan metoda yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, Rahardjo. (2008). *Pengembangan Wilayah: Konsep dan Teori*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- ADPC. (2006). *A Primer: Integrated Flood Risk Management in Asia*. UNDP-ADPC: United Nations Development Programme-Asian Disaster Preparedness Center.
- Anderson, M. B. (2000). "Vulnerability to Disaster and Sustainable Development: A General Framework for Assessing Vulnerability." Pp. 11–25 in R. Pielke, Jr. and R. Pielke Sr., eds. *Storms* (Vol. 1). London: Routledge.
- Anggara A. S., (2011), *Analisis Daerah Rawan Longsor Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis Pada Cagar Alam Pegunungan Cycloop Distrik Sentani Kabupaten Jayapura*, Skripsi Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Negeri Papua, Manokwari, http://eprints.unipa.ac.id/736/1/Anggara_Andriyan.S_Analisis_Daerah_Rawan_Longsor_dgn_Menggunakan_GIS_Pg.Cycloop_3.pdf, diakses tanggal 22 Juli 2014.
- Aronoff, Stanley., (1989)., *Geographic Information System: A Management Perspective*. WDL Publication, Ottawa, Canada, 1989
- Asdak C., (2004). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Bos, ES, (1979). *Thematic Cartography*. Faculty of Geography, Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia.
- Cannon, T. (1994). *Vulnerability analysis and the explanation of natural disasters*. In Varley, A., editor, *Disasters development and environment*. Chichester: John Wiley, 13–30.
- Carolita I., Rustiadi E., Panuju D.R., (2014), *Pengembangan Model Klasifikasi Spasial Sebagai Metode Pewilayahan*, http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/5919/2003eru_ernan.pdf, diakses tanggal 18 Juli 2014.
- Darmawan A. R., Sholichin M., Limantara L. M., (2014), *Studi Potensi Tanah Longsor Dan Upaya Pengendaliannya Di Wilayah Sub Das Konto Hulu*, **Jurnal Teknik Pengairan**, Volume 5, Nomor 1, Mei 2014, hlm 68–78, <http://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/206/200/206-441-1-PB.pdf>
- Davidson, Rachael, A. (1997), *An Urban Earthquake Disaster Risk Index*, The John A Blume Earthquake Engineering Center, Departement of Civil Engineering Stanford University, Stanford.
- Kemenristek, (2013), *Modul 3: Analisis Spasial*, Bandung, 9 April 2013, <http://www.debindo-mks.com/tot-gis-os-ristek/MODUL-3-WebGIS-dan-Analisis-Spasial-23.0.pdf>, diakses tanggal 5 Agustus 2014.
- Kingma, N.C., (1991), *Natural Hazards: Geomorphological Aspect of Flood Hazard*, ITC, The Netherlands
- Loebis, J., (1987), *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*, Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Masri and Tipple. (2002). *Natural Disaster, Mitigation and Sustainability: The Case of Developing Countries*. International

- Planning Studies*, Vol. 7, No. 2, pp. 157175.
- Nonamea, (2014), Bab10: *Data Mining*, <http://www.ss354.com/wp-content/uploads/2014/03/Data-Mining-Pengantar.pdf>, diakses tanggal 18 Juli 2014.
- Nonameb, (2014), *Statistik*, [http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/Gr](http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/Gr%20endiHendrastomo,MM,MA./KumpulanMateriStatistikDeskriptif.pdf) endiHendrastomo,MM,MA./KumpulanMateriStatistikDeskriptif.pdf, diakses tanggal 6 Agustus 2014.
- Nonamec, (2014), *Bab II: Distribusi Frekuensi*, https://julanhernadi.files.wordpress.com/2009/03/stat_das-bab-ii1.pdf, diakses tanggal 7 Agustus 2014.
- Peuquet and Marble, (1990), *Introductory Readings In Geographic Information Systems (Paperback)*, Taylor and Francis, Ltd,USA
- Platt, Rutherford H., (2004), *Land Use and Society*, Washington: Island Press.
- Prahasta E., (2001), *Sistem Informasi Geografis. Konsep-Konsep Dasar*, Penerbit Informatika, Bandung,
- Prahasta E., (2005), *Sistem Informasi Geografis. Konsep-Konsep Dasar*, Penerbit Informatika, Bandung.
- Prahasta, E. (2009), *Sistem Informasi Geografis: Konsep-Konsep Dasar*, Bandung: Informatika.
- Pratomo, A. J. (2008). *Analisis Kerentanan Banjir di Daerah Aliran Sungai Sengkarang Kabupaten Pekalongan Provinsi Jawa Tengah dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis*. Skripsi. Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Putri F. P., Yuliana M., Susetyoko R., (2014), *Model Klasifikasi Trafik Untuk Jaringan 3G Menggunakan Metode Discriminant Analysis*, http://www2.eepis-its.edu/id/ta/1761/Model-Klasifikasi-Trafik-UntukJaringan-3g-Menggunakan-MetodeDiscriminant-Analysis/7210040508_m_2.pdf, diakses tgl 22 Juli 2014
- Suripin, (2004), *Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.
- Sturges, H. A. (1926), "*The Choice of a Class Interval*," *Journal of the American Statistical Association*, 21, 65-66
- Triatmodjo, Bambang, (2008), *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Wahyuningrum, N.C. Nugroho SP., Wardojo, Harjadi B., Savitri E., Sudimin, Sudirman, (2003), *Klasifikasi Kemampuan Dan Kesesuaian Lahan*, INFO DAS Surakarta No. 15 Th. 2003, [http://bebasbanjir2025.wordpress.com/04-konsep-konsep-dasar/klasifikasi-kemampuan-lahan/klasifikasi-kemampuan-lahan.html](http://bebasbanjir2025.wordpress.com/04-konsep-konsep-dasar/klasifikasi-kemampuan-lahan/klasifikasi-kemampuan-lahan/klasifikasi-kemampuan-lahan.html). diakses tgl 22 Juli 2014.
- Weng, Qiao, (2010), *Remote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods and Application*, United States: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Wisnarini Th.D., Ningsih D.H.U., (2011), *Metode Perkiraan Laju Aliran Puncak (Debit Air) sebagai Dasar Analisis Sistem Drainase di Daerah Aliran Sungai Wilayah Semarang Berbantuan SIG*, *Dinamik - Jurnal Teknologi Informasi*, Universitas Stikubank (UNISBANK) – Semarang, Vol 19, No 1 (2014), <http://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/fti1/issue/view/218>.